

## METHOD FOR CONTROLLING A GENERATOR/INTERNAL COMBUSTION ENGINE UNIT

**Patent number:** WO03098793  
**Publication date:** 2003-11-27  
**Inventor:** DOELKER ARMIN (DE)  
**Applicant:** MOTOREN TURBINEN UNION (DE); DOELKER ARMIN (DE)  
**Classification:**  
- **International:** H02P9/04; F02D41/34  
- **European:** F02D31/00B4B; F02D41/14B12; F02D41/14F2; H02P9/04  
**Application number:** WO2003EP04895 20030510  
**Priority number(s):** DE20021021681 20020516

**Also published as:**

EP1504521 (A1)  
DE10221681 (A1)

**Cited documents:**

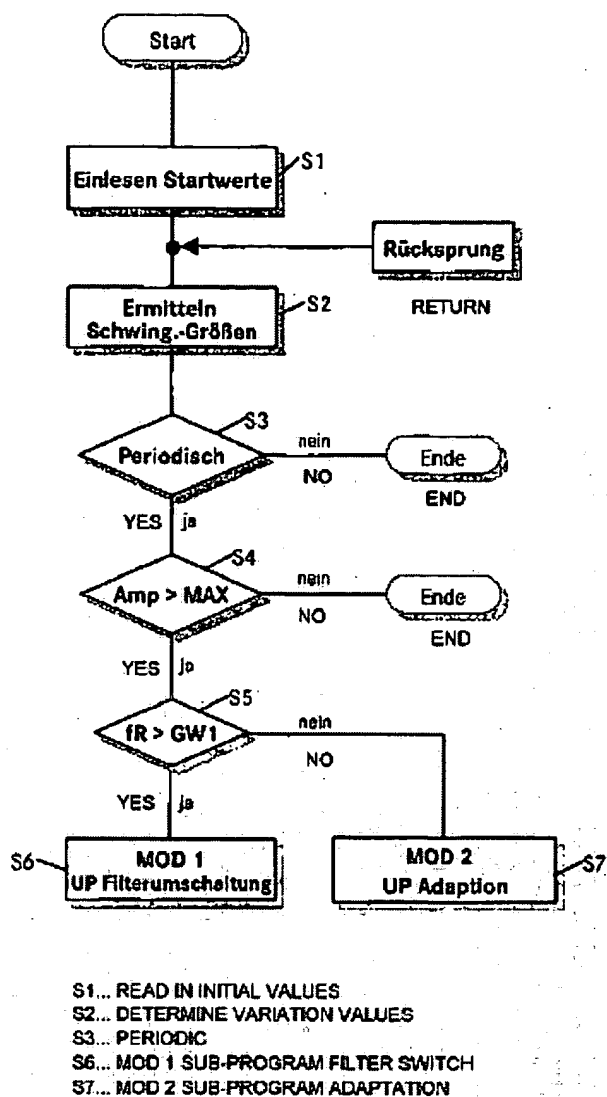
US4211931  
US4377780  
US4851757  
EP0239806  
US4454428

**Report a data error here**

**Abstract of WO03098793**

The invention relates to a method for controlling the speed of a generator/internal combustion engine unit. According to the inventive method, a filtered speed is monitored for speed variations and, if such a speed variation is detected, the latter is eliminated by comparing its frequency (f<sub>R</sub>) with a first threshold value (GW<sub>1</sub>).

Depending on the result of this comparison, a first (MOD1) or second mode (MOD2) is selected. In the first mode, the filter is switched, and in the second mode, characteristic values of the speed governor are adapted.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. November 2003 (27.11.2003)

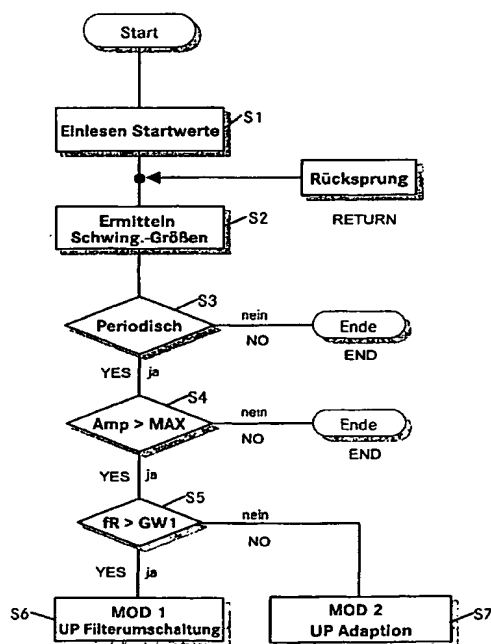
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/098793 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H02P 9/04, F02D 41/34
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/04895
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. Mai 2003 (10.05.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 21 681.9 16. Mai 2002 (16.05.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE/DE]; 88040 Friedrichshafen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DÖLKER, Armin [DE/DE]; Seestrassse West 34B, 88090 Immenstaad (DE).
- (81) Bestimmungsstaat (national): US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A GENERATOR/INTERNAL COMBUSTION ENGINE UNIT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGELUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINEN-GENERATOR-EINHEIT



S1... READ IN INITIAL VALUES  
S2... DETERMINE VARIATION VALUES  
S3... PERIODIC  
S6... MOD 1 SUB-PROGRAM FILTER SWITCH  
S7... MOD 2 SUB-PROGRAM ADAPTATION

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling the speed of a generator/internal combustion engine unit. According to the inventive method, a filtered speed is monitored for speed variations and, if such a speed variation is detected, the latter is eliminated by comparing its frequency (fr) with a first threshold value (GW1). Depending on the result of this comparison, a first (MOD1) or second mode (MOD2) is selected. In the first mode, the filter is switched, and in the second mode, characteristic values of the speed governor are adapted.

(57) Zusammenfassung: Für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit wird ein Verfahren zur Regelung der Drehzahl vorgeschlagen, bei dem eine gefilterte Drehzahl auf Drehzahl-Schwingungen überwacht wird bei festgestellter Drehzahl-Schwingungen diese eliminiert wird, indem deren Frequenz (fr) mit einem Grenzwert (GW1) verglichen wird. In Abhängigkeit des Vergleichs wird ein erster (MOD1) oder zweiter Modus (MOD2) gesetzt, wobei im ersten Modus das Filter umgeschaltet wird und im zweiten Modus Kenngrößen des Drehzahl-Reglers adaptiert werden.

WO 03/098793 A1

## Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

5

Eine als Generatorantrieb vorgesehene Brennkraftmaschine wird vom Hersteller üblicherweise an den Endkunden ohne Kupplung und Generator ausgeliefert. Die Kupplung und der Generator werden erst beim Endkunden montiert. Um eine konstante Nennfrequenz zur Strom-Einspeisung in das Netz zu gewährleisten, wird die Brennkraftmaschine in einem Drehzahl-Regelkreis betrieben. Hierbei wird die Drehzahl der Kurbelwelle als Regelgröße erfasst und mit einer Soll-Drehzahl, der Führungsgröße, verglichen. Die daraus resultierende Regelabweichung wird über einen Drehzahl-Regler in eine Stellgröße für die Brennkraftmaschine, beispielsweise eine Soll-Einspritzmenge, gewandelt.

15

Da dem Hersteller vor Auslieferung der Brennkraftmaschine oft keine gesicherten Daten über die Kupplungseigenschaften und das Generator-Trägheitsmoment vorliegen, wird das elektronische Steuergerät mit einem robusten Regler-Parametersatz, dem sogenannten Standardparametersatz, ausgeliefert. Bei einem Drehzahl-Regelkreis besteht ein Problem darin, dass Drehschwingungen, die der Regelgröße überlagert sind, vom Drehzahl-Regler verstärkt werden können. Besonders kritisch sind die von der Brennkraftmaschine verursachten niederfrequenten Schwingungen, beispielsweise die Drehschwingungen 0.5-ter und 1-ter Ordnung. Beim Starten der Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit können die Amplituden der Drehschwingungen durch die Verstärkung des Drehzahl-Reglers so groß werden, dass eine Grenzdrehzahl überschritten und die Brennkraftmaschine abgestellt wird. Für die Praxis bedeutet dies, dass geschultes Personal beim Endkunden den Standardparametersatz auf die Gegebenheiten vor Ort anpassen muss. Dies ist aufwendig und kostenintensiv.

20

25

30

Dem Problem der Instabilität wird durch ein Drehzahl-Filter im Rückkopplungszweig des Drehzahl-Regelkreises begegnet. Aus der EP 0 059 585 B1 ist ein derartiges Drehzahl-Filter bekannt. Bei diesem werden die Zahnzeiten einer Welle über ein Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine erfasst. Unter Arbeitsspiel sind zwei Umdrehungen der Kurbelwelle,

entsprechend 720 Grad, zu verstehen. Aus diesen Zahnzeiten wird danach über arithmetische Mittelwertbildung eine gefilterte Zahnzeit berechnet. Aktualisiert wird diese nach jedem Arbeitsspiel. Diese gefilterte Zahnzeit entspricht einem Drehzahlwert, welcher sodann zur Regelung der Brennkraftmaschine verwendet wird. Problematisch bei diesem 2-Umdrehungs-Filter ist jedoch, dass ein stabiles Verhalten der Antriebsanlage mit einer Verschlechterung des Lastannahme-Verhaltens einhergeht. Ein schlechtes Lastannahme-Verhalten kann jedoch bedeuten, dass die gesetzlich geforderten Lastannahme-Kriterien unter Umständen nicht mehr erfüllt werden.

- 10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde eine Regelung für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit bereitzustellen, welche ein schnelles und sicheres Lastannahme-Verhalten gewährleistet.

- 15 Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die vorteilhaften Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen dargestellt.

- 20 Die Erfindung sieht vor, dass die gefilterte Drehzahl auf Drehzahl-Schwingungen überwacht wird und bei festgestellter Drehzahl-Schwingung diese eliminiert wird, indem deren Frequenz mit einem ersten Grenzwert verglichen wird. In Abhängigkeit des Vergleichs wird ein erster oder zweiter Modus gesetzt. Im ersten Modus wird das Filter umgeschaltet und im zweiten Modus werden Kenngrößen des Drehzahl-Reglers adaptiert. Hierbei wird bei einer Frequenz größer als der erste Grenzwert der erste Modus gesetzt und bei einer Frequenz kleiner dem ersten Grenzwert der zweite Modus gesetzt.

- 25 Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass die Eigenfrequenz einer derartigen Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit typischerweise in einem Bereich von 10 bis 25 Hz liegt.

- 30 Mit Setzen des ersten Modus wird das Filter umgeschaltet indem für die Filterung der Ist-Drehzahl ein neuer Kurbelwellenwinkel verwendet wird. Hierbei wird der neue Kurbelwellenwinkel mittels einer Kennlinie in Abhängigkeit der herauszufilternden Frequenz bestimmt. Beispielsweise wird eine 25 Hz-Schwingung herausgefiltert, wenn das

Filter die Ist-Drehzahl über eine Kurbelwellenumdrehung von 360 Grad mittelt. Eine weitere Maßnahme besteht darin, dass der P-Anteil und/oder D-Anteil des Drehzahl-Reglers reduziert wird. Hierzu wird ein Proportionalbeiwert und/oder eine Vorhaltzeit reduziert.

5

Mit Setzen des zweiten Modus wird die Frequenz mit einem zweiten Grenzwert verglichen. Bei einer Frequenz kleiner dem zweiten Grenzwert werden als Kenngrößen des Drehzahl-Reglers ein P-Anteil und ein I-Anteil adaptiert. Der zweite Grenzwert besitzt beispielsweise einen Wert von 7 Hz. Die Adaption erfolgt in der Form, dass nach jeder Werteänderung

10

Die Erfindung und deren Ausgestaltungen ermöglichen es, dass der Standardparametersatz des Drehzahl-Reglers für eine drehstarre Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit, d. h. für eine Anlage ohne Kupplung, ausgelegt wird. Drehstarre

15 Systeme sind für die Auslegung des Drehzahl-Reglers ideale Systeme, da hierbei ein schneller Drehzahl-Regler – großer Proportionalbeiwert, große Vorhaltzeit – verwendet werden kann. Hierdurch wird ein schnelles Lastannahme-Verhalten garantiert. Durch die Einführung des ersten Grenzwerts, beispielsweise 10 Hz kann ein Schwingungsproblem identifiziert werden. Bei einer Frequenz größer als dem ersten Grenzwert ist der

20 Verursacher die Kupplung. Bei einer Frequenz kleiner als dem ersten Grenzwert ist ein sehr großes Generator-Trägheitsmoment die Ursache. Durch die Umschaltung des Drehzahl-Filters oder die Adaption von Kenngrößen des Drehzahl-Reglers wird der Vorteil erzielt, dass die Anlage sich selber stabilisiert. Die Dynamik der Anlage wird hierbei nur soviel wie nötig reduziert, damit die Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit zuverlässig

25 läuft. Da der Standardparametersatz automatisch angepasst wird, ist der Endkunde freier in der Wahl der Kupplungen. Eine zusätzliche Abstimmung vor Ort entfällt, wodurch die Kundendienstkosten reduziert werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Anzahl der Standardparametersätze geringer ausfällt, da keine kupplungs- bzw. generatorspezifischen Datensätze kreiert werden müssen.

30

Im den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild des Gesamtsystems

- Figur 2 ein Zeitdiagramm des Startvorgangs
- Figur 3 einen Regelkreis
- Figur 4 eine erste Ausgestaltung zur Umschaltung des Filters
- Figur 5 eine zweite Ausgestaltung zur Umschaltung des Filters
- 5 Figur 6 ein Diagramm Kurbelwellen-Winkel über der Frequenz
- Figur 7 ein Ablaufplan Hauptprogramm zur Ermittlung der Drehzahl-Schwingungen
- Figur 8 einen Programmablaufplan Filterumschaltung
- Figur 9 einen Programmablaufplan Filterumschaltung mit Verringerung D-Anteil
- Figur 10 einen Programmablaufplan Filterumschaltung mit Verringerung P-Anteil
- 10 Figur 11 einen Programmablaufplan Filterumschaltung mit Verringerung P-Anteil und D-Anteil
- Figur 12 einen Programmablaufplan Adaption Kenngrößen des Drehzahl-Reglers

Die Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild des Gesamtsystems einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit 1, bestehend aus einer Brennkraftmaschine 2 mit einem Generator 3.  
 15 Die Brennkraftmaschine 2 treibt über eine Welle und Kupplung 4 den Generator 3 an. Die dargestellte Brennkraftmaschine 2 verfügt über ein Common-Rail-Einspritzsystem. Dieses umfasst folgende Komponenten: Pumpen 7 mit Saugdrossel zur Förderung des Kraftstoffs aus einem Kraftstofftank 6, ein Rail 8 zum Speichern des Kraftstoffs und  
 20 Injektoren 10 zum Einspritzen des Kraftstoffs aus dem Rail 8 in die Brennräume der Brennkraftmaschine 2.

Die Brennkraftmaschine 2 wird durch ein elektronisches Steuergerät (EDC) 5 gesteuert und geregelt. Das elektronische Steuergerät 5 beinhaltet die üblichen Bestandteile eines  
 25 Mikrocomputersystems, beispielsweise einen Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb der Brennkraftmaschine 2 relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Über diese berechnet das elektronische Steuergerät 5 aus den Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen. In Figur 1 sind exemplarisch folgende Eingangsgrößen dargestellt:  
 30 ein Raildruck  $p_{CR}$ , der mittels eines Rail-Drucksensors 9 gemessen wird, ein Ist-Drehzahl-Signal  $n_{MOT}$  (IST) der Brennkraftmaschine 2, eine Eingangsgröße E und ein Signal START zur Aktivierung der Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit 1. Unter der

Eingangsgröße E sind beispielsweise der Ladeluftdruck eines Turboladers und die Temperaturen der Kühl-/Schmiermittel und des Kraftstoffs subsumiert.

5 In Figur 1 sind als Ausgangsgrößen des elektronischen Steuergeräts 5 ein Signal ADV zur Steuerung der Pumpen 7 mit Saugdrossel und eine Ausgangsgröße A dargestellt. Die Ausgangsgröße A steht stellvertretend für die weiteren Stellsignale zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine 2, beispielsweise den Einspritzbeginn SB und eine Soll-Einspritzmenge  $ve$ .

10 Figur 2 zeigt ein Drehzahl-Zeit-Diagramm für einen Startvorgang einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit 1. Als strichpunktierte Linie ist die Führungsgröße für die Drehzahl-Regelung, entsprechend der Soll-Drehzahl  $n_{MOT}(SL)$ , dargestellt. Als durchgezogene Linie ist die Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  eingezeichnet. Zum Zeitpunkt  $t_1$  wird die Führungsgröße von einem Anfangswert  $n_1$  bis zum Zeitpunkt  $t_2$  auf  
15 den Wert  $n_2$  rampenförmig erhöht. Vom Zeitpunkt  $t_2$  an bleibt die Führungsgröße unverändert. Die Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  folgt zunächst dieser Führungsgröße. Zum Zeitpunkt  $t_2$  überschreitet die Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  den Vorgabewert  $n_2$ . Während des Zeitraums  $t_3$  bis  $t_4$  beginnt die Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  der Brennkraftmaschine zu  
20 schwingen. Die Ursachen für diese Drehzahl-Schwingungen können sein: eine unzulässig hohe Streuung der Injektoren, der Ausfall zumindest eines Injektors und/oder eine fehlerhafte Auslegung der Kupplung. Eine derartige Drehzahl-Schwingung ist in Figur 2 als Ausschnitt mit einer Frequenz  $f_R$  dargestellt. In der Praxis werden die Amplituden bei einer Brennkraftmaschine mit Betriebstemperatur zum Teil so groß, dass eine Drehzahlgrenze überschritten wird und ein Not-Stop ausgelöst wird. Hieraus resultiert  
25 der Ist-Drehzahl-Verlauf ab dem Zeitpunkt  $t_4$ .

Figur 3 zeigt einen Regelkreis zur Drehzahl-Regelung einer Brennkraftmaschine. Dieser besteht aus einem Drehzahl-Regler 11, einer Regelstrecke 12 und einem Filter 13. Die Eingangsgröße des Regelkreises ist eine Soll-Drehzahl  $n_{MOT}(SL)$ . Die Ausgangsgröße  
30 entspricht der Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$ . Aus der Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  wird mittels des Filters 13 eine gefilterte Drehzahl  $n_{MOT}$  erzeugt. Aus der gefilterten Drehzahl  $n_{MOT}$  und der Führungsgröße  $n_{MOT}(SL)$  wird eine Regelabweichung  $dR$  bestimmt. In Abhängigkeit der Regelabweichung  $dR$  berechnet der Drehzahl-Regler 11 die Stellgröße, entsprechend



der Soll-Einspritzmenge  $v_e$ . Diese wird auf die Regelstrecke 12 geführt. Das Einspritzsystem und die Brennkraftmaschine entsprechen hierbei der Regelstrecke 12. Damit ist der Regelkreis geschlossen.

- 5 Üblicherweise besteht der Drehzahl-Regler 11 aus einem P-, I- und D-Anteil. Der Drehzahl-Regler 11 wird vom Hersteller der Brennkraftmaschine mit dem Standardparametersatz ausgeliefert. Der Standardparametersatz ist für eine drehstarre Anlage, d. h. ohne Kupplung, konfiguriert. Eine derartige Anlage kann mit einem sehr schnellen Drehzahl-Regler 11 betrieben werden. Ein schneller Drehzahl-Regler 11 besitzt
- 10 einen großen Proportionalbeiwert und einen großen D-Anteil. Drehstarre Systeme sind für die Auslegung des Drehzahl-Reglers 11 ein ideales System. Wird an die Brennkraftmaschine 2 eine weiche Kupplung 4 (kleine Federsteifigkeit) und/oder ein Generator mit großem Trägheitsmoment angebaut, so kann die Anlage instabil werden. Dies äußert sich wie zuvor beschrieben in periodischen Schwingungen auf der Ist-
- 15 Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  und der gefilterten Drehzahl  $n_{MOT}$ . Die Frequenz dieser Schwingung gibt hierbei Auskunft über die Ursache der Instabilität. Bei einer Frequenz  $f_R$  größer einem ersten Grenzwert, beispielsweise 10 Hz, schwingt die Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit im allgemeinen mit der Frequenz der Anlage, verursacht durch die Kupplung 4. Bei einer Frequenz  $f_R$  kleiner dem ersten Grenzwert wird die Instabilität zum
- 20 Beispiel durch ein großes Generator-Trägheitsmoment verursacht. Gemäß der Figur 4 in Verbindung mit der Figur 3 sieht die Erfindung nun vor, dass aus der gefilterten Drehzahl  $n_{MOT}$  mittels eines Funktionsblocks 14 (Abzweig A) die Frequenz  $f_R$  der Drehzahl-Schwingungen ermittelt wird. Danach wird in Abhängigkeit der Frequenz  $f_R$  über einen Funktionsblock 15 anhand einer Kennlinie ein neuer Kurbelwellen-Winkel  $\Phi$  zur
- 25 Filterung der Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  berechnet. Die Kennlinie ist in Figur 6 für ein Mittelwert-Filter dargestellt und wird in Verbindung mit dieser erläutert. Anstelle eines Mittelwert-Filters kann auch ein Filter gemäß der Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen DE 101 22 517.2 verwendet werden. Der neue Kurbelwellen-Winkel  $\Phi$  stellt eine Eingangsgröße des Filters 13 dar. Mit anderen Worten: Das Drehzahl-Filter 13
- 30 wird vom ursprünglichen Kurbelwellen-Winkel, beispielsweise 90 Grad, auf einen neuen Wert  $\Phi$  umgeschaltet. Durch diese Maßnahme wird die Frequenz  $f_R$  der Drehzahl-Schwingungen ausgeblendet.

Die Figur 5 zeigt eine Variante der Figur 4. Bei dieser wird die Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  erfasst (Abzweig B) und über ein weiteres Filter 16 in eine Drehzahl  $n_{MOT}(F)$  gewandelt. Aus dieser wird entsprechend der Beschreibung der Figur 4 sodann der neue Kurbelwellen-Winkel  $\Phi$  für das Filter 13 berechnet.

5

In Figur 6 ist ein Diagramm zur Berechnung des Kurbelwellen-Winkels  $\Phi$  in Abhängigkeit der Frequenz  $f_R$  dargestellt. Hierbei wurde ein Mittelwert-Filter zu Grunde gelegt. Die Frequenz  $f_R$  entspricht der detektierten Frequenz der Drehzahl-Schwingung der gefilterten Drehzahl  $n_{MOT}$  bzw.  $n_{MOT}(F)$ . Der Kurbelwellen-Winkel  $\Phi$  entspricht dem Winkel über welchen die Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  mittels des Filters 13 gemittelt wird. 10 Eingezeichnet ist eine idealisierte Kennlinie KL. Über diese wird einer Frequenz ein Kurbelwellen-Winkel zugeordnet. Beispielsweise wird der Frequenz  $f_1$  über den Punkt A der Kennlinie KL ein Wert  $\Phi_1$  zugeordnet. In der Praxis wird die hyperbolische Kennlinie KL in einer Treppenfunktion abgebildet. In Figur 6 ist bei dieser Treppenfunktion ein schraffierter Bereich B1 exemplarisch dargestellt. Der Bereich B1 besitzt die Breite  $df_R$  15 und die Höhe  $\Phi_1$ . Frequenzwerten innerhalb des Bereichs  $df_R$  werden über diese Treppenfunktion stets der gleiche Wert  $\Phi_1$  zugeordnet. Der treppenförmige Verlauf der Kennlinie resultiert aus dem Umstand, dass das Messrad zur Erfassung der Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  nur eine begrenzte Anzahl von Zähnen aufweist. Aus der Anzahl der Zähne resultiert der kleinstmögliche erfassbare Kurbelwellen-Winkel. Der tatsächlich erfasste Kurbelwellen-Winkel stellt insofern ein ganzzahliges Vielfaches dieses minimalen Kurbelwellen-Winkels dar. Beispielsweise ergibt sich für ein Messrad mit 120 Zähnen und bei Erfassung der Zeit zwischen 5 Zähnen ein Wert  $df_R$  von 0.66 Hz bei einer Frequenz  $f_1$  20 gleich 20 Hz und einer Ist-Drehzahl  $n_{MOT}(IST)$  von 1500 Umdrehungen je Minute. Die Breite  $df_R$  der Bereiche vergrößern sich mit zunehmender Frequenz  $f_R$ , da die Frequenz  $f_R$  und der Kurbelwellen-Winkel  $\Phi$  umgekehrt proportional zueinander sind. Die auf der 25 Abszisse und Ordinate dargestellten Grenzwerte entsprechen typischerweise einer Generator-Anwendung mit 50 Hz Netzfrequenz.

30 In Figur 7 ist ein Ablaufplan für ein Hauptprogramm zur Ermittlung der Frequenz der Drehzahl-Schwingungen dargestellt. Bei S1 werden die Startwerte eingelesen, beispielsweise der Kurbelwellenwinkel  $\Phi$  für das Filter 13 und die Kenngrößen des Drehzahl-Reglers 11 (Proportionalbeiwert, Nachstellzeit, Vorhaltzeit). Bei S2 werden die

Schwingungsgrößen (Amplitude Amp, Frequenz fR) der Drehzahl-Schwingung auf der gefilterten Drehzahl nMOT bzw. nMOT(F) ermittelt. Danach wird bei S3 geprüft, ob die detektierte Schwingung periodisch ist. Bei einer aperiodischen Schwingung ist der Programmablauf beendet. Bei S4 wird geprüft, ob die detektierte Amplitude Amp größer  
5 einem Maximalwert MAX ist. Ist dies nicht der Fall, so ist der Programmablauf beendet. Bei positivem Prüfergebnis, d. h. die Schwingung ist periodisch und die Amplitude Amp ist größer als der Maximalwert MAX, wird geprüft, ob die Frequenz fR größer einem ersten Grenzwert GW1 ist, S5. Ist dies der Fall, so wird bei S6 der erste Modus MOD1 gesetzt und das Unterprogramm Filterumschaltung aufgerufen. Dieses wird in  
10 Verbindung mit den Figuren 8 bis 11 erläutert. Wenn die Frequenz fR kleiner als der erste Grenzwert GW1 ist, so wird der zweite Modus MOD2 gesetzt und das Unterprogramm Adaption aktiviert. Dieses wird in Verbindung mit der Figur 12 erläutert. Die Rückkehr aus den beiden Unterprogrammen erfolgt über ein Label "Rücksprung".

15 In Figur 8 ist das Unterprogramm Filterumschaltung dargestellt. Bei S1 wird anhand einer Variablen i geprüft, ob das Filter 13 bereits umgeschaltet ist. Bei nicht umgeschaltetem Filter wird bei S2 ein neuer Kurbelwellen-Winkel Phi entsprechend dem Diagramm der Figur 6 bestimmt. Danach wird die gefilterte Drehzahl nMOT mit dem neuen Kurbelwellen-Winkel Phi aus der Ist-Drehzahl nMOT(IST) berechnet. Bei S3 wird die  
20 Variable i gleich Eins gesetzt und bei S4 ins Hauptprogramm zurückgekehrt. Wenn im Schritt S1 festgestellt wird, dass der erste Modus MOD1 bereits aktiviert ist und das Filter 13 bereits umgeschaltet wurde, so erfolgt bei S5 ein Diagnoseeintrag. Dieser dokumentiert eine Drehzahl-Schwingung von hoher Frequenz. Der Diagnoseeintrag kann dann mit den Randbedingungen aus dem elektronischen Steuergerät 5 ausgelesen  
25 werden. Zusätzlich wird eine Warnanzeige aktiviert, welche den Betreiber informiert. Danach wird bei S6 ein Notaus für die Brennkraftmaschine aktiviert. Damit ist der Programmablauf beendet.

30 In Figur 9 ist ein Unterprogramm Filterumschaltung mit Verringerung des D-Anteils dargestellt. Gegenüber der Figur 8 unterscheidet sich dieser Programmablaufplan durch die Hinzufügung der Schritte S2 und S5 bis S7. Die weitere Erläuterung bezieht sich auf diese Ergänzungen. Die Verringerung des D-Anteils des Drehzahl-Reglers 11 erfolgt über

die Verringerung einer Vorhaltzeit TV. Bekanntermaßen ist der D-Anteil (differenzieller Anteil) folgendermaßen definiert:

$$ve(D) = (ddR/dt) \cdot TV \cdot kp$$

5

mit

	ve(D)	D-Anteil der Soll-Einspritzmenge ve
	ddR/dt	Gradient der Drehzahlregelabweichung
10	TV	Vorhaltzeit (s)
	kp	Proportionalbeiwert ((mm <sup>3</sup> · min)/hub)

Bei S2 wird geprüft, ob die Vorhaltzeit TV gleich Null ist. Ist dies nicht der Fall, so wird bei S5 diese um einen Wert dTV verringert. Danach wird bei S6 geprüft, ob die Vorhaltzeit TV kleiner Null ist. Ist dies nicht der Fall, so verzweigt der Programmablauf zu S8 mit dem Rücksprung in das Hauptprogramm, entsprechend der Figur 7. Im Hauptprogramm wird dann geprüft, ob trotz des verringerten D-Anteils immer noch Drehzahl-Schwingungen auftreten. Ergibt die Prüfung bei S6, dass die Vorhaltzeit TV kleiner Null ist, so wird bei S7 diese auf Null gesetzt. Danach wird bei S8 in das Hauptprogramm verzweigt. Ergibt die Prüfung bei S2, dass die Vorhaltzeit TV bereits auf Null reduziert wurde, so erfolgt bei S3 die Filterumschaltung, bei S4 das Setzen der Variablen i und mit S8 die Rückkehr ins Hauptprogramm. Werden trotz der Reduktion der Vorhaltzeit TV und der Filterumschaltung immer noch Drehzahl-Schwingungen festgestellt, Abfrage S1 gleich negativ, so wird bei S9 und S10 eine Diagnoseeintragung und ein Notaus entsprechend der Beschreibung der Figur 8 vorgenommen. Damit ist der Programmablauf beendet.

Die Figur 10 zeigt einen Programmablaufplan zum Unterprogramm Filterumschaltung mit Verringerung des P-Anteils. Dieser unterscheidet sich von der ersten Ausführung nach Figur 9 dadurch, dass hier der Proportionalbeiwert kp verringert wird. Hierzu wird bei S2 geprüft, ob der Proportionalbeiwert kp gleich einem Minimalwert kpMIN ist. Ist dies nicht der Fall, so wird bei S5 dieser um einen Wert dkp verringert. Bei S6 wird geprüft, ob der Proportionalbeiwert kp bereits kleiner als kpMIN ist. Ist dies nicht der Fall, so verzweigt der Programmablauf zu S8 mit dem Rücksprung in das Hauptprogramm, entsprechend

30

dem Programmablaufplan der Figur 7. Wenn bei S6 festgestellt wird, dass der Proportionalbeiwert  $k_p$  bereits kleiner als  $k_{pMIN}$  ist, wird bei S7 der Proportionalbeiwert  $k_p$  auf  $k_{pMIN}$  gesetzt und mit S8 in das Hauptprogramm zurückgekehrt. Die weiteren Zweige des Programmablaufplans entsprechen dem Programmablaufplan der Figur 8, so dass das dort Gesagte gilt.

In Figur 11 ist ein Programmablaufplan des Unterprogramms Filterumschaltung mit Verringerung des P-Anteils und des D-Anteils dargestellt. Bei S1 wird geprüft, ob das Filter 13 bereits umgeschaltet ist. Ist dies nicht der Fall, so wird bei S2 geprüft, ob der Proportionalbeiwert  $k_p$  gleich dem Minimalwert  $k_{pMIN}$  ist. Ist dies nicht der Fall, so wird der Schritt S3 durchlaufen. Dieser enthält die Schritte S5 bis S7 der Figur 10. Mit S4 wird in das Hauptprogramm, entsprechend der Figur 7, verzweigt. Wird bei S2 festgestellt, dass  $k_p$  gleich dem Minimalwert  $k_{pMIN}$  ist, so wird bei S5 geprüft, ob die Vorhaltzeit  $T_V$  gleich Null ist. Ist dies nicht der Fall, wird der Schritt S6 durchlaufen. Dieser enthält die Schritte S5 bis S7 der Figur 9. Mit S4 wird in das Hauptprogramm zurückgekehrt. Wenn bei S5 festgestellt wird, dass die Vorhaltzeit  $T_V$  gleich Null ist, so wird bei S7 das Filter entsprechend der Kennlinie der Figur 6 umgeschaltet. Bei S8 wird danach die Variable  $i$  auf Eins gesetzt und ins Hauptprogramm zurückgekehrt. Wenn bei S1 festgestellt wird, dass alle bisherigen Maßnahmen, d. h. Verringerung des Proportionalbeiwerts  $k_p$ , Verringerung der Vorhaltzeit  $T_V$  und Filterumschaltung nicht zum Ziel geführt haben die Drehzahl-Schwingungen zu eliminieren, so wird bei S9 ein Diagnoseeintrag vorgenommen. Danach wird bei S10 der Notaus für die Brennkraftmaschine ausgelöst. Damit ist der Programmablauf beendet.

In Figur 12 ist ein Programmablaufplan des Unterprogramms Adaption der Kenngrößen des Drehzahl-Reglers 11 dargestellt. Dieses Unterprogramm wird im zweiten Modus MOD2 aktiviert. Über dieses Unterprogramm werden die Kenngrößen des Drehzahl-Reglers 11, entsprechend dem P- und I-Anteil, adaptiert. Bekanntermaßen gelten für den P- und I-Anteil folgende Beziehungen:

$$ve(P) = dR \cdot k_p$$

mit

ve(P)	P-Anteil der Soll-Einspritzmenge ve
dR	Drehzahlregelabweichung (1/min)
kp	Proportionalbeiwert ((mm <sup>3</sup> · min)/hub)

5 bzw.

$$ve(I) = (1/TN) \text{ INT}(dR \cdot dt)$$

mit

10

ve(I)	I-Anteil der Soll-Einspritzmenge ve
dR	Drehzahlregelabweichung (1/min)
INT	Integral
TN	Nachstellzeit (s)

15

Bei diesem Programmablaufplan wird zuerst der Proportional- und dann der Integral-Anteil verringert. Diese Vorgehensweise führt bei sehr kleinen Generatoren (kleines Trägheitsmoment) schnell zu einem stabilen Verhalten. Bei sehr großen Generatoren ist es jedoch günstiger zuerst den Integral- und dann den Proportional-Anteil zu verringern.

20 Bei S 1 wird geprüft, ob die Frequenz fR kleiner einem zweiten Grenzwert GW2 ist. Ist dies nicht der Fall, so ist der Programmablauf beendet. In der Praxis entspricht der zweite Grenzwert GW2 beispielsweise einer Frequenz von 7 Hz. Bei positiver Prüfung wird bei S2 geprüft, ob eine Variable j gleich Eins gesetzt ist. Diese Variable j wird dann gesetzt, wenn der Proportionalbeiwert kp bereits bis auf einen Grenzwert kpMIN adaptiert wurde.

25 Ist dies nicht der Fall, so wird bei S 11 dieser um einen Wert dkp verringert. Danach wird bei S 12 geprüft, ob der Proportionalbeiwert kp bereits kleiner dem Grenzwert kpMIN ist. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt bei S 15 ein Rücksprung in das Hauptprogramm, entsprechend der Figur 7. Ergibt die Prüfung bei S 12 dass der Proportionalbeiwert kp kleiner dem Grenzwert kpMIN ist, wird bei S 13 dieser auf den Grenzwert kpMIN gesetzt und bei S 14 die Variable j gleich Eins gesetzt. Danach erfolgt bei S 15 der Rücksprung ins Hauptprogramm.

30

Wird bei der Abfrage in S2 erkannt, dass der Proportionalbeiwert  $k_p$  bereits vollständig adaptiert wurde und immer noch Drehzahl-Schwingungen vorliegen, so erfolgt bei S3 die Prüfung ob eine Variable  $k$  gleich Eins gesetzt ist. Diese wird dann auf Eins gesetzt, wenn die Nachstellzeit  $T_N$  des I-Anteils bis auf einen Grenzwert  $T_{NMAX}$  adaptiert wurde. Ist die Variable  $k$  ungleich Eins, so wird bei S6 die Nachstellzeit  $T_N$  um einen Wert  $dT_N$  erhöht. Danach erfolgt bei S7 die Prüfung ob diese den Grenzwert  $T_{NMAX}$  überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt mit S10 der Rücksprung in das Hauptprogramm. Wird bei S7 festgestellt, dass die Nachstellzeit  $T_N$  größer als der Grenzwert  $T_{NMAX}$  ist, so wird bei S8 diese auf den Grenzwert  $T_{NMAX}$  gesetzt und die Variable  $k$  auf Eins gesetzt. Danach wird ins Hauptprogramm verzweigt.

Wird bei S3 erkannt, dass sowohl der Proportionalbeiwert  $k_p$  als auch die Nachstellzeit  $T_N$  bereits adaptiert wurden, so wird bei S4 ein Diagnoseeintrag Drehzahl-Schwingung niedriger Frequenz vorgenommen. Ergänzend kann bei S3 auch vorgesehen werden, dass vor dem Diagnoseeintrag der Proportionalbeiwert  $k_p$  und die Nachstellzeit  $T_N$  auf ihre Startwerte  $k_{pSTART}/T_{NSTART}$  zurückgesetzt werden. Bei S5 wird sodann der Notaus für die Brennkraftmaschine aktiviert. Damit ist der Programmablauf beendet.

Wie aus der vorhergehenden Beschreibung hervorgeht, zeigt die Erfindung folgende Vorteile:

- die Reglerparameter werden automatisch für die jeweilige Anlage optimiert,
- größere Wahlfreiheit bei der Kupplungsauswahl,
- die Kundendienstkosten reduzieren sich und
- es sind keine anlagenspezifischen Datensätze mehr notwendig.

**Bezugszeichen**

	1	Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit
	2	Brennkraftmaschine
5	3	Generator
	4	Kupplung
	5	Elektronisches Steuergerät EDC
	6	Kraftstoffstank
	7	Pumpen
10	8	Rail
	9	Rail-Drucksensor
	10	Injektoren
	11	Drehzahl-Regler
	12	Regelstrecke
15	13	Filter
	14	Funktionsblock Frequenz messen
	15	Funktionsblock Filterwinkel aus Kennlinie
	16	Filter

20

25

30



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit, bei der die Drehzahl der Brennkraftmaschine in einem Regelkreis geregelt wird, indem als  
5 Regelgröße die Ist-Drehzahl der Brennkraftmaschine erfasst wird, diese mittels eines Filters in eine gefilterte Drehzahl gewandelt wird und aus der gefilterten Drehzahl sowie einer Soll-Drehzahl eine Regelabweichung zur Beeinflussung eines Drehzahl-Reglers gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die gefilterte Drehzahl ( $n_{MOT}$ ,  $n_{MOT}(F)$ ) auf Drehzahl-Schwingungen überwacht wird und bei festgestellter Drehzahl-  
10 Schwingung diese eliminiert wird indem deren Frequenz ( $f_R$ ) mit einem ersten Grenzwert ( $GW_1$ ) verglichen wird und in Abhängigkeit des Vergleichs ein erster (MOD1) oder zweiter Modus (MOD2) gesetzt wird, wobei im ersten Modus (MOD1) das Filter (13) umgeschaltet wird und im zweiten Modus (MOD2) Kenngrößen des Drehzahl-Reglers (11) adaptiert werden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Frequenz ( $f_R$ ) größer als der erste Grenzwert ( $GW_1$ ) der erste Modus (MOD1) gesetzt wird und bei einer Frequenz ( $f_R$ ) kleiner als der erste Grenzwert ( $GW_1$ ) der zweite Modus (MOD2) gesetzt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit Setzen des ersten Modus (MOD1) das Filter (13) umgeschaltet wird indem im Filteralgorithmus neue Parameter ( $\Phi$ ) verwendet werden.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (13) als Mittelwert-Filter ausgeführt wird und bei Umschaltung als neuer Parameter ein neuer Kurbelwellen-Winkel ( $\Phi$ ) gesetzt wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der neue Kurbelwellenwinkel ( $\Phi$ ) über eine Kennlinie (KL) bestimmt wird ( $KL=f(f_R, \Phi)$ ).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Modus (MOD1) zusätzlich ein D-Anteil des Drehzahl-Reglers (11) reduziert wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der D-Anteil über eine Vorhaltzeit (TV) und/oder einem Proportionalbeiwert (kp) reduziert wird.
8. Verfahren nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Modus (MOD1) zusätzlich ein P-Anteil des  
10 Drehzahl-Reglers (11) reduziert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der P-Anteil über einen Proportionalbeiwert (kp) reduziert wird.
- 15 10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit Setzen des zweiten Modus (MOD2) die Frequenz (fR) mit einem zweiten Grenzwert (GW2) verglichen wird und bei einer Frequenz (fR) kleiner dem zweiten Grenzwert (GW2) als Kenngrößen des Drehzahl-Reglers (11) ein P- und I-Anteil adaptiert werden.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der P-Anteil adaptiert wird, indem einen Proportionalbeiwert (kp) bis auf einen Grenzwert (kpMIN) verringert wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der I-Anteil  
25 adaptiert wird, indem eine Nachstellzeit (TN) bis auf einen Grenzwert (TNMAX) erhöht wird.
13. Verfahren nach den Ansprüchen 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Reihenfolge der Adaption in Abhängigkeit des Generator-Trägheitsmoments erfolgt.
- 30 14. Verfahren nach den Ansprüchen 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Modus (MOD2) nach erfolgloser Adaption der Proportionalbeiwert (kp)

16

und/oder die Nachstellzeit (TN) auf die Startwerte (kpSTART, TNSTART) vor der Adaption gesetzt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass ein Diagnoseeintrag und eine Abschalten der Brennkraftmaschinen-Generator-  
Einheit (1) erfolgt, wenn im ersten Modus (MOD1) oder zweiten Modus (MOD2)  
unverändert Drehzahl-Schwingungen festgestellt werden.

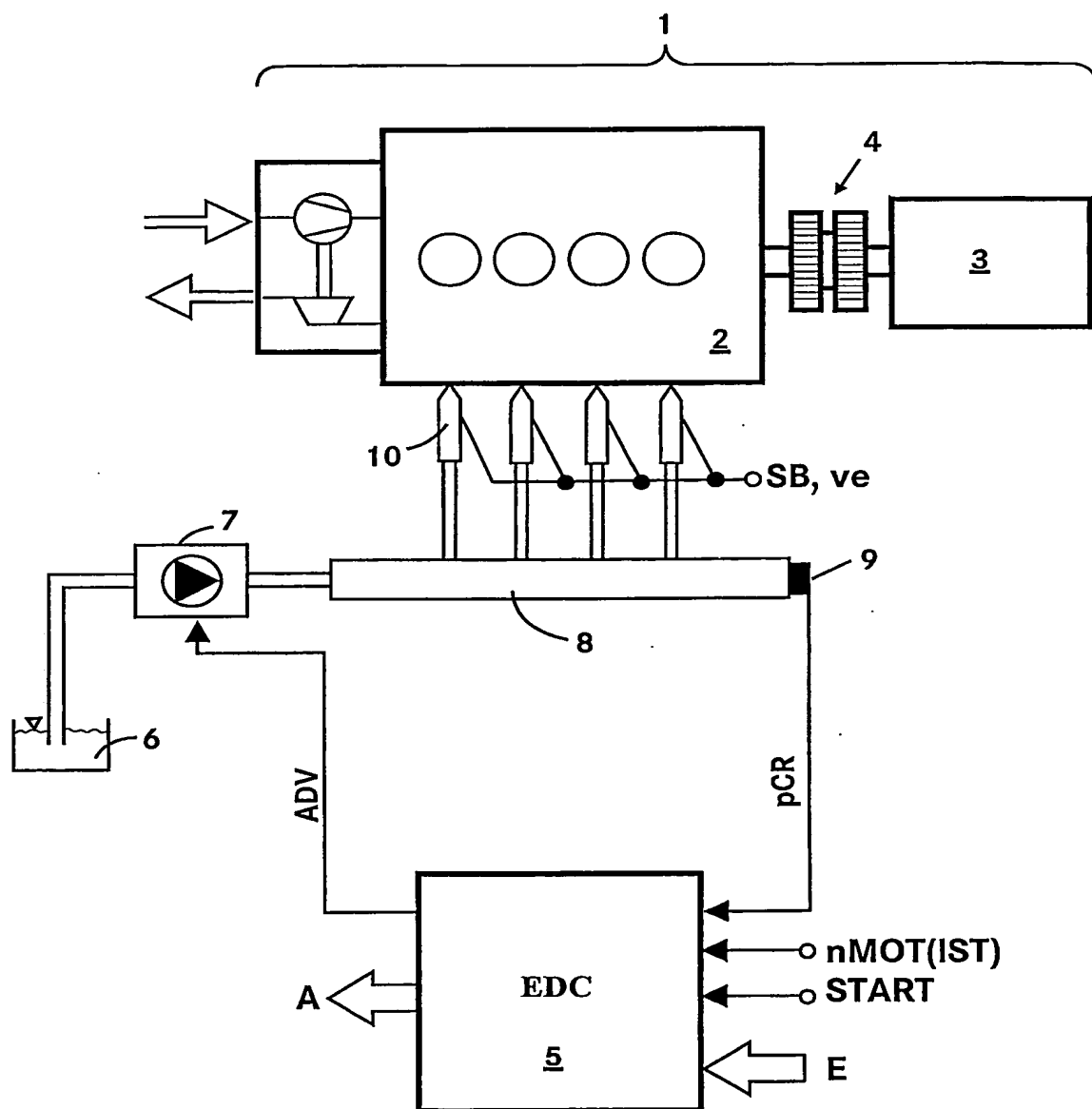
10

15

20

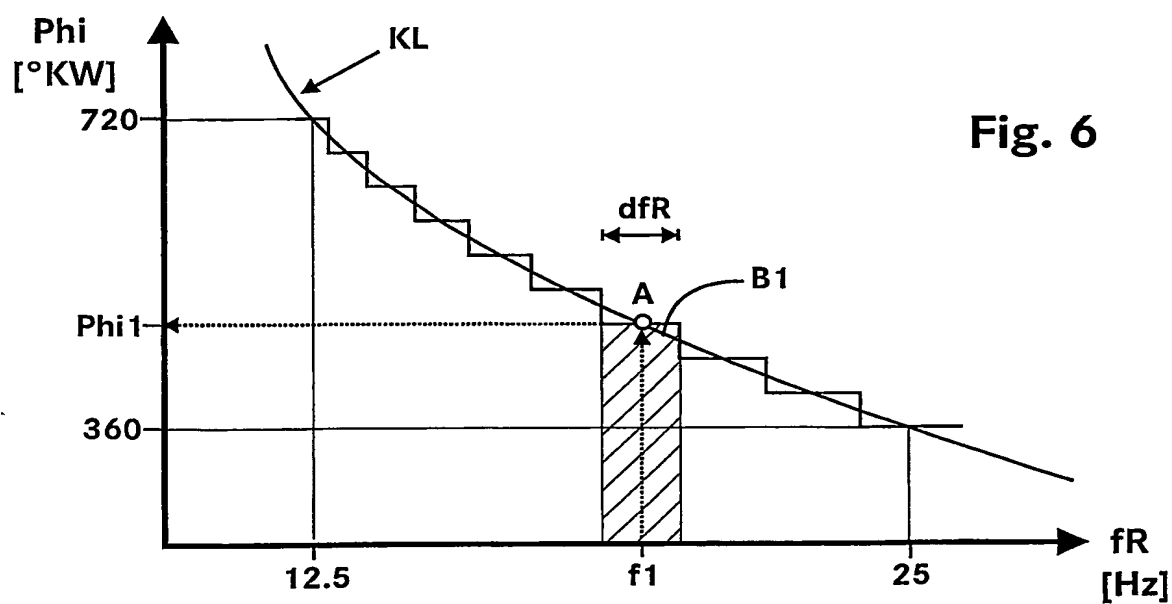
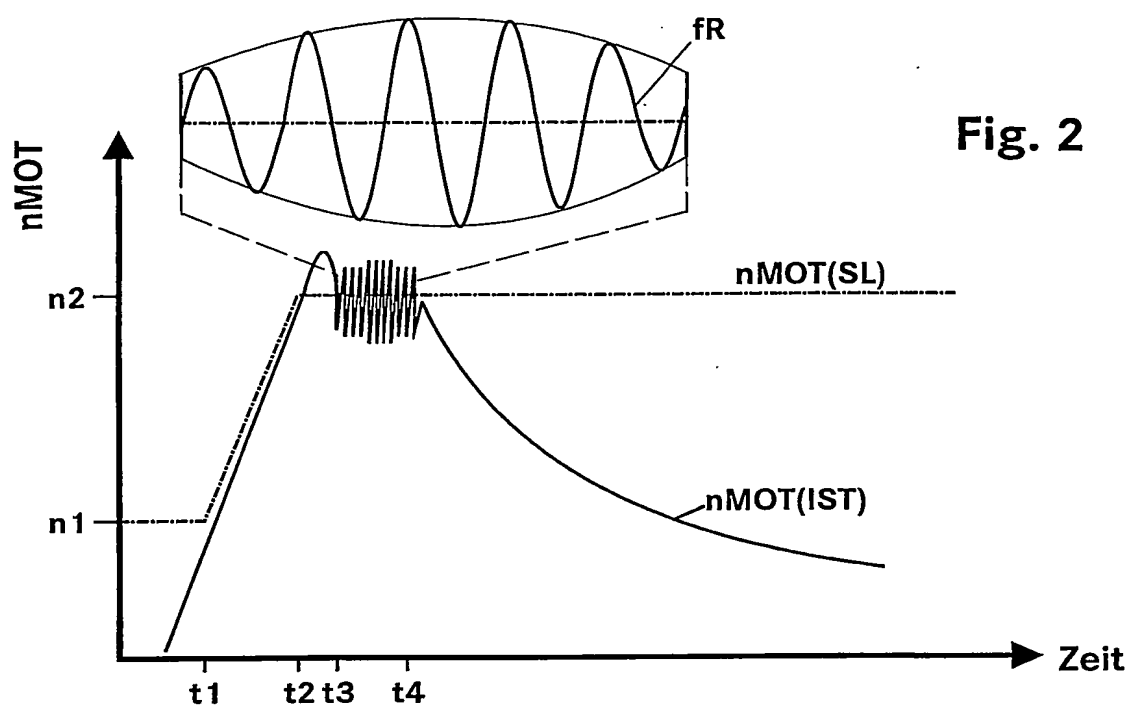
25

30



**Fig. 1**

2 / 8



3 / 8

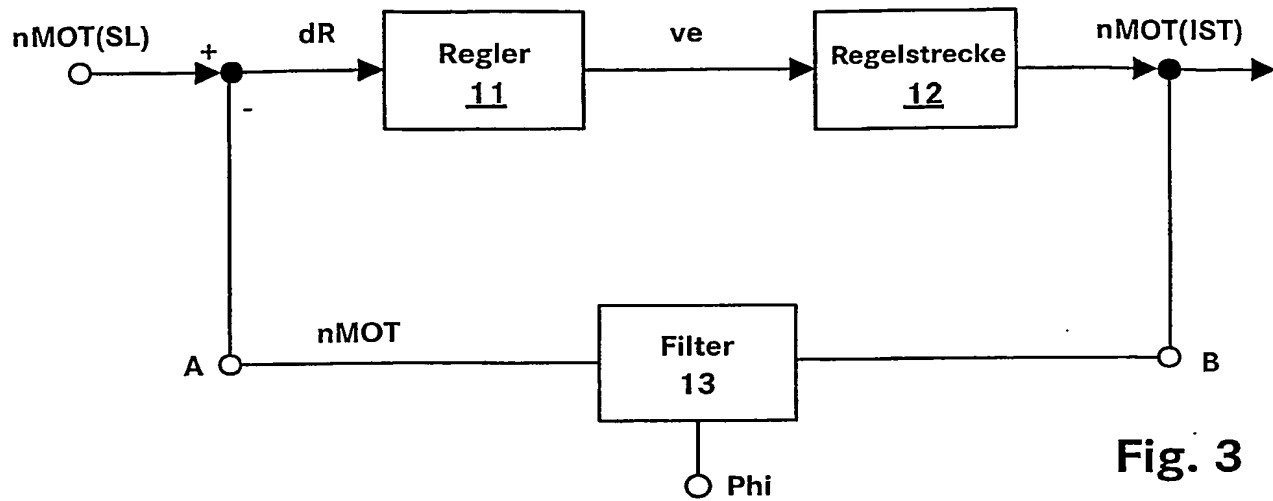


Fig. 3

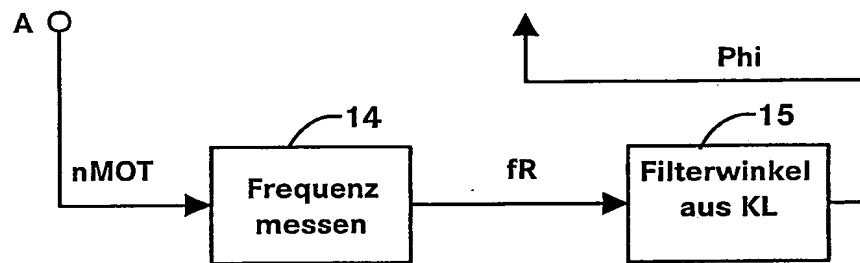


Fig. 4

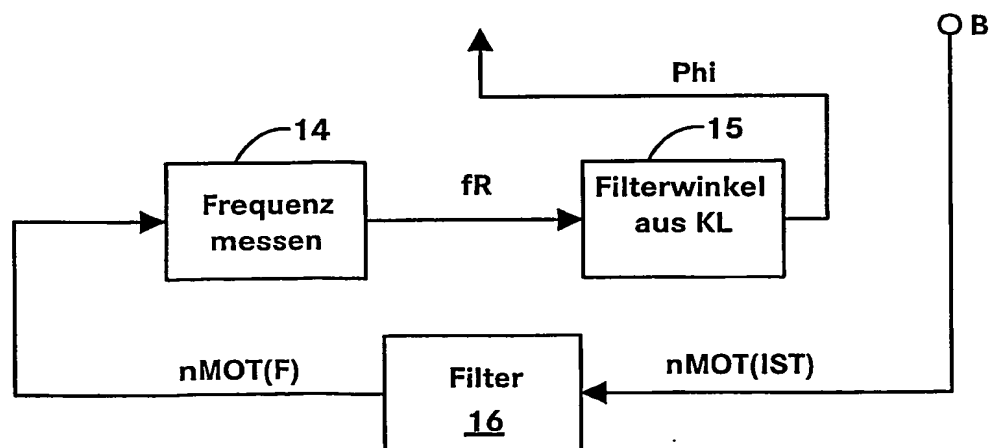
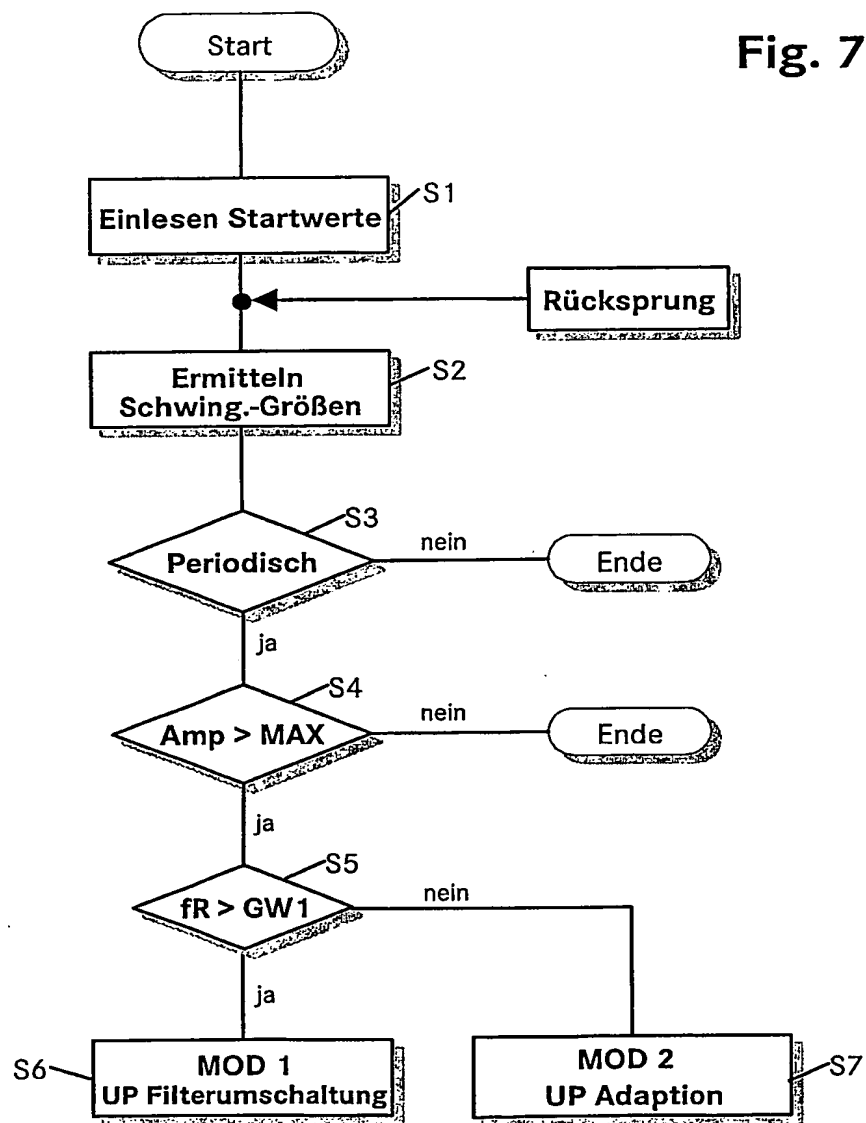


Fig. 5

Fig. 7



5 / 8

Fig. 8

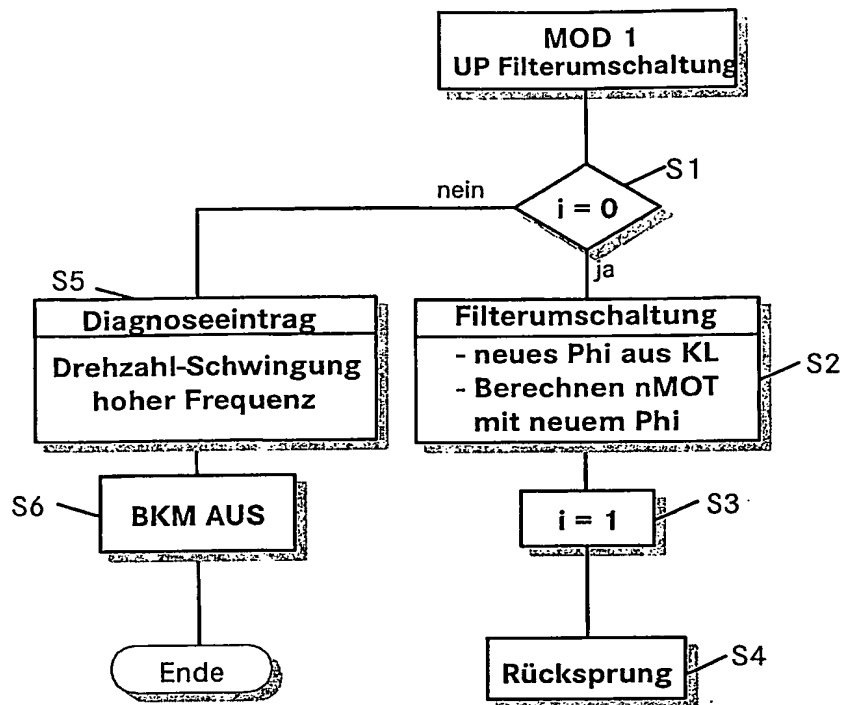
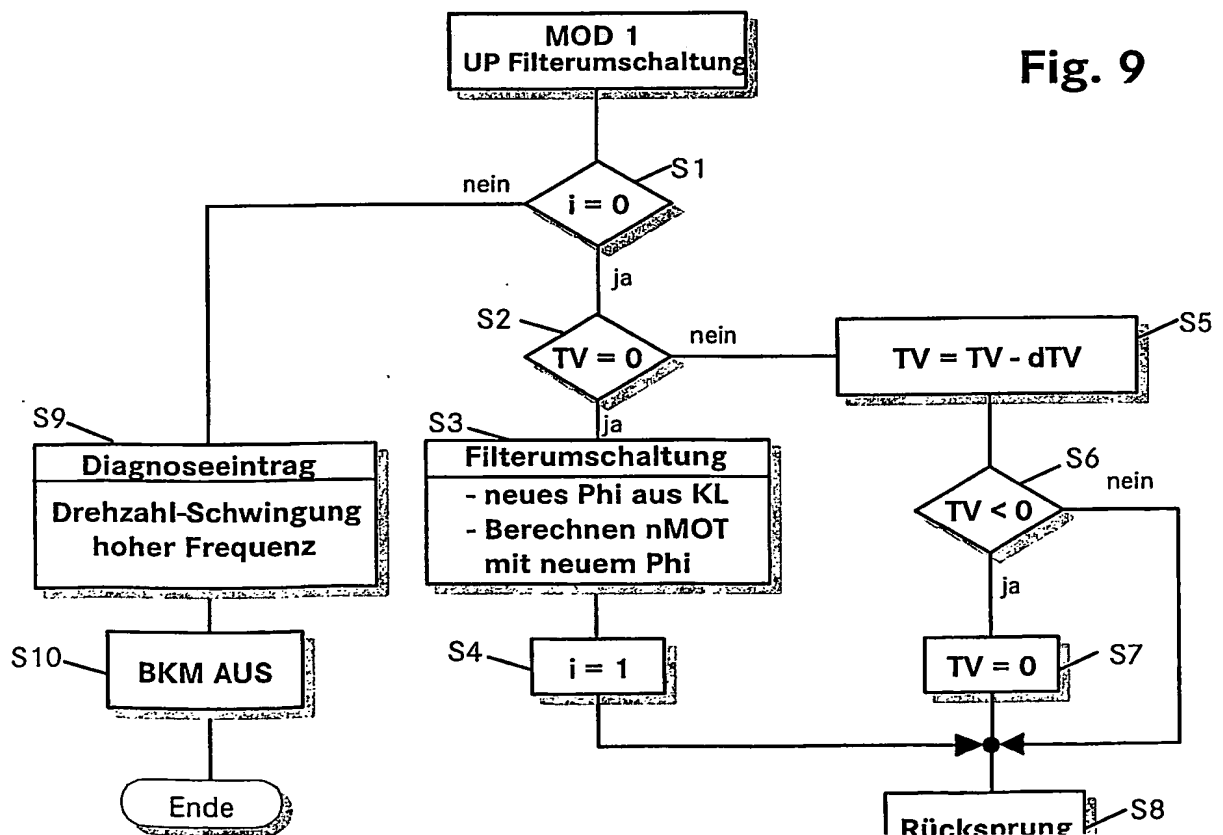


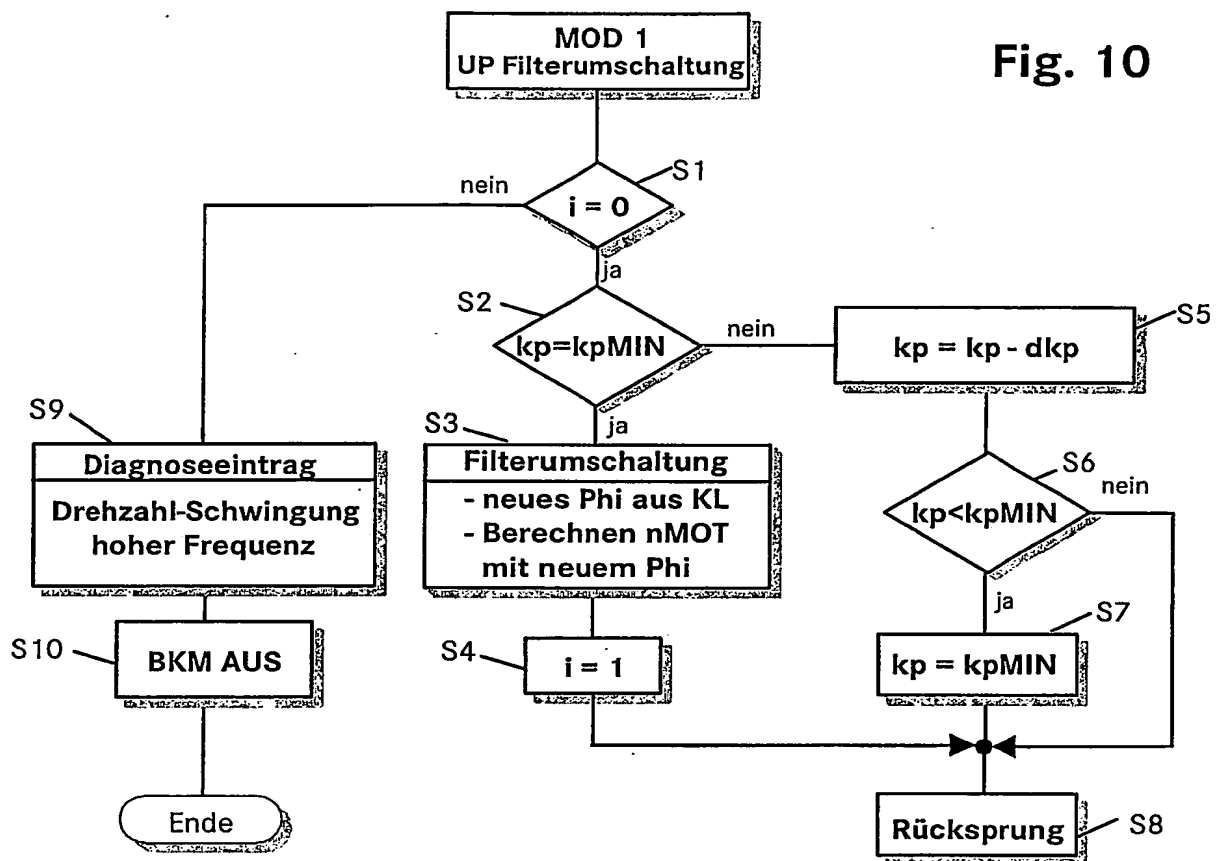
Fig. 9





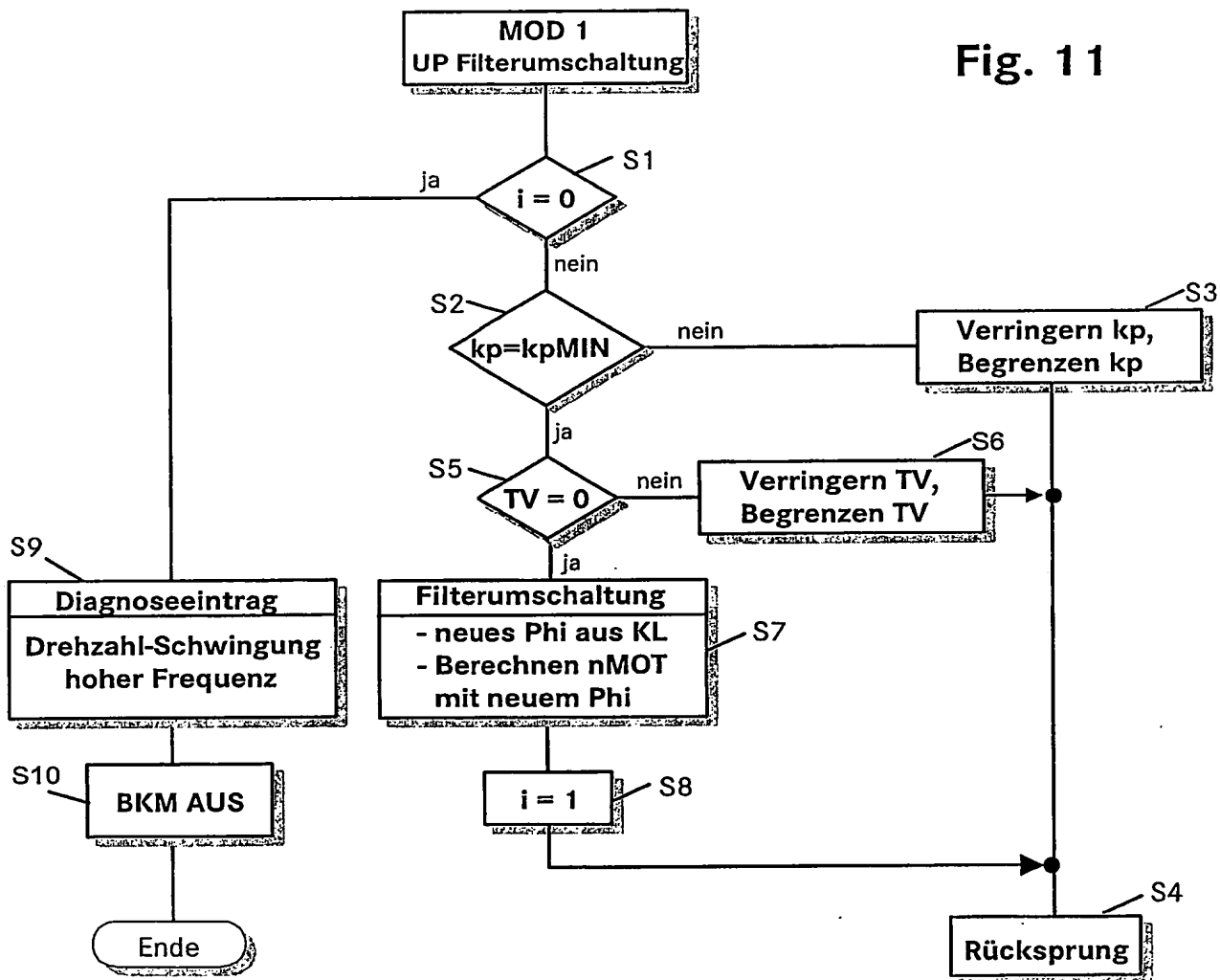
6 / 8

Fig. 10



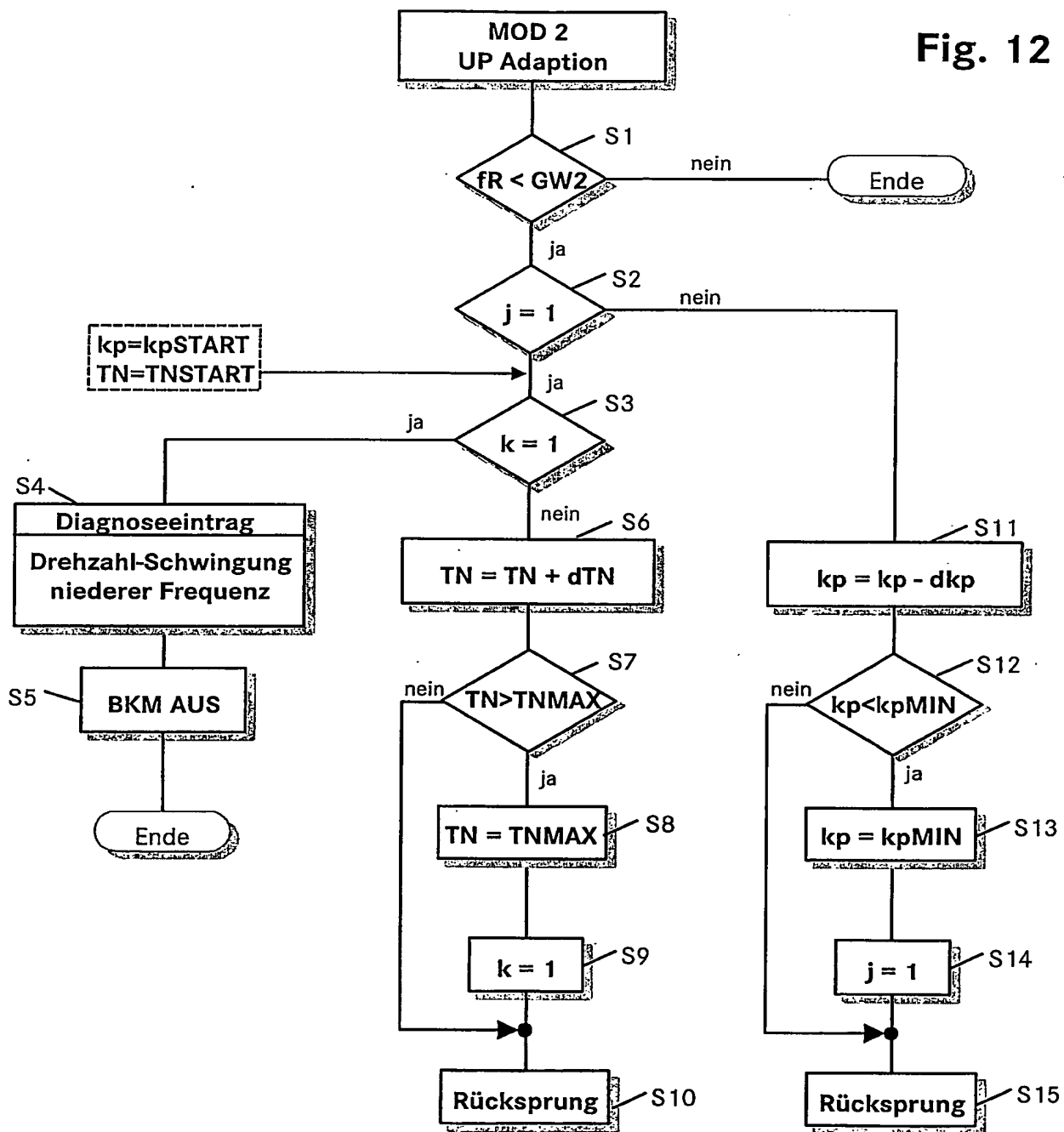
7 / 8

Fig. 11



8 / 8

Fig. 12



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern:                      ilication No

PCT, LI    03/04895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7    H02P9/04    F02D41/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7    H02P    F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 211 931 A (ANDREJKO EDWARD S ET AL) 8 July 1980 (1980-07-08) column 2, line 55 -column 8, line 30; figures 1-4	1-15
Y	US 4 377 780 A (BJOERKLUND HANS) 22 March 1983 (1983-03-22) column 2, line 38 -column 5, line 33; figures 1,2	1-15
Y	US 4 851 757 A (BAUMGARTNER DOMINIK ET AL) 25 July 1989 (1989-07-25) column 7, line 14 -column 11, line 47	1-15
A	EP 0 239 806 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 7 October 1987 (1987-10-07)	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2003

Date of mailing of the international search report

18/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Davis, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat	Application No
PCT/	J3/04895

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 454 428 A (KIMMEL DONALD S ET AL) 12 June 1984 (1984-06-12) -----	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/L J3/04895

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4211931	A	08-07-1980	NONE	
US 4377780	A	22-03-1983	SE 445004 B	20-05-1986
			BR 8003514 A	05-01-1981
			CA 1127708 A1	13-07-1982
			CH 650318 A5	15-07-1985
			DE 3019952 A1	11-12-1980
			FR 2458938 A1	02-01-1981
			GB 2053527 A ,B	04-02-1981
			JP 1731886 C	17-02-1993
			JP 4021438 B	10-04-1992
			JP 56003599 A	14-01-1981
			SE 7904913 A	07-12-1980
US 4851757	A	25-07-1989	EP 0268160 A1	25-05-1988
EP 0239806	A	07-10-1987	JP 1862020 C	08-08-1994
			JP 5074320 B	18-10-1993
			JP 62203597 A	08-09-1987
			CA 1285047 C	18-06-1991
			CN 87101640 A ,B	09-12-1987
			DE 3769187 D1	16-05-1991
			EP 0239806 A1	07-10-1987
			US 4733340 A	22-03-1988
US 4454428	A	12-06-1984	CA 1191546 A1	06-08-1985
			DE 3277543 D1	03-12-1987
			EP 0070553 A2	26-01-1983
			ES 8401691 A1	01-03-1984
			JP 58026599 A	17-02-1983
			KR 8901235 B1	27-04-1989
			NO 822453 A ,B,	24-01-1983

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02P9/04 F02D41/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02P F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 211 931 A (ANDREJKO EDWARD S ET AL) 8. Juli 1980 (1980-07-08) Spalte 2, Zeile 55 -Spalte 8, Zeile 30; Abbildungen 1-4	1-15
Y	US 4 377 780 A (BJOERKLUND HANS) 22. März 1983 (1983-03-22) Spalte 2, Zeile 38 -Spalte 5, Zeile 33; Abbildungen 1,2	1-15
Y	US 4 851 757 A (BAUMGARTNER DOMINIK ET AL) 25. Juli 1989 (1989-07-25) Spalte 7, Zeile 14 -Spalte 11, Zeile 47	1-15
A	EP 0 239 806 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 7. Oktober 1987 (1987-10-07)	
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. September 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Davis, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 454 428 A (KIMMEL DONALD S ET AL) 12. Juni 1984 (1984-06-12) -----	



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internati — Aktenzeichen

PCT/CT J3/04895

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4211931	A	08-07-1980	KEINE		
US 4377780	A	22-03-1983	SE	445004 B	20-05-1986
			BR	8003514 A	05-01-1981
			CA	1127708 A1	13-07-1982
			CH	650318 A5	15-07-1985
			DE	3019952 A1	11-12-1980
			FR	2458938 A1	02-01-1981
			GB	2053527 A , B	04-02-1981
			JP	1731886 C	17-02-1993
			JP	4021438 B	10-04-1992
			JP	56003599 A	14-01-1981
			SE	7904913 A	07-12-1980
US 4851757	A	25-07-1989	EP	0268160 A1	25-05-1988
EP 0239806	A	07-10-1987	JP	1862020 C	08-08-1994
			JP	5074320 B	18-10-1993
			JP	62203597 A	08-09-1987
			CA	1285047 C	18-06-1991
			CN	87101640 A , B	09-12-1987
			DE	3769187 D1	16-05-1991
			EP	0239806 A1	07-10-1987
			US	4733340 A	22-03-1988
US 4454428	A	12-06-1984	CA	1191546 A1	06-08-1985
			DE	3277543 D1	03-12-1987
			EP	0070553 A2	26-01-1983
			ES	8401691 A1	01-03-1984
			JP	58026599 A	17-02-1983
			KR	8901235 B1	27-04-1989
			NO	822453 A , B,	24-01-1983